

(11)Publication number : 09-211463  
(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl. G02F 1/1337  
G02F 1/13  
G02F 1/141

(21)Application number : 08-015324

(71)Applicant : KOBAYASHI SHUNSUKE  
DAINIPPON INK & CHEM INC

(22)Date of filing : 31.01.1996

(72)Inventor : KOBAYASHI SHUNSUKE  
IIMURA YASUFUMI  
KATAOKA SHINGO

#### (54) MANUFACTURE OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

##### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the manufacture which realizes a layer structure of the chiral smectic C liquid crystal, that has uniform C1 orientation and is close to the chevron structure without any restriction with respect to the liquid crystal material and oriented film material in a liquid crystal display device using a ferroelectric liquid crystal.

**SOLUTION:** This manufacture consists of: the first stage for interposing a liquid crystal composition that contains a liquid-crystalline acrylate monomer and a ferroelectric liquid crystal, between two substrates each of which has an electrode layer and an orientation control film and at least one of which is transparent; and the second stage for irradiating the interposed liquid crystal composition in a state that shows a smectic A phase, with light from the side of the transparent substrate to polymerize the liquid-crystalline acrylate monomer into a polymer. Thus, in a liquid crystal display device using the ferroelectric liquid crystal, uniform C1 orientation can easily be obtained and also, as the layer structure of the ferroelectric liquid crystal, a structure close to the chevron structure can be attained, without any restriction with respect to materials of the liquid crystal and oriented films to obtain a high contrast picture image display.

##### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### CLAIMS

##### [Claim(s)]

[Claim 1]The 1st process that makes a liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and ferroelectric liquid crystal material intervene between the 2nd substrate characterized by comprising the following, And a manufacturing method of a liquid crystal display element which has the 2nd process that makes a liquid crystallinity acrylate monomer polymers-ize when a liquid crystal composition which carried out (2) interventions irradiates with light from the 1st transparency board side in the state which shows a smectic A phase.  
(1) The 1st transparency board that has an electrode layer and an orientation controlling film.  
An electrode layer and an orientation controlling film.

[Claim 2](1) The 1st process that makes a liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and ferroelectric liquid crystal material intervene between two transparency boards which have an electrode layer and an orientation controlling film, And a manufacturing method of a liquid crystal display element which has the 2nd process that makes a liquid crystallinity acrylate monomer polymers-ize when a liquid crystal composition which carried out (2) interventions irradiates with light in the state which shows a smectic A phase.

[Claim 3]A manufacturing method of the liquid crystal display element according to claim 1 or 2, wherein concentration of a liquid crystallinity acrylate monomer in a liquid crystal composition is 0.1 to 10 % of the weight.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacturing method of a liquid crystal display element, especially a ferroelectric liquid crystal display device.

[0002]

[Description of the Prior Art] The liquid crystal display element (it indicates to JP, 56-107216, A) using the ferroelectric liquid crystal proposed by Clerks and Lagerwall has a bistability, and since the response to change of an electric field is a high speed, the application as a high definition liquid crystal display element is expected by the big screen. However, in this ferroelectric liquid crystal display device, there was a problem that it was difficult to realize the oriented state of a uniform ferroelectric liquid crystal without a defect. For example, although the layer system of a ferroelectric liquid crystal, i.e., a chiral smectic C liquid crystal, has the tendency to take the Chevron structure bent into the character of "\*\*" in a liquid crystal cell and two oriented states distinguished from C1 orientation and C2 orientation by a direction straight into the character of this "\*\*" may exist, it was difficult to acquire one of the uniform oriented states of C1 orientation or C2 orientation. If possible, the layer system of a chiral smectic C liquid crystal is not bent into the character of "\*\*" — that is, a layer system — the structure near the Chevron structure — this was also difficult to realize although it needed to control in the Chevron structure desirably.

[0003] Although how to use the orienting film which gives a very high pre tilt angle as a means by which acquiring the above uniform oriented states solves the technical problem are difficult, and the method of using the ferroelectric liquid crystal compound which has a certain specific chemical structure are also known. These have the problem that there are many restrictions in a material face, and have not come to be put in practical use widely.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the liquid crystal display element which used the ferroelectric liquid crystal, the issue which this invention tends to solve is C1 orientation where the layer system of a chiral smectic C liquid crystal is uniform, without receiving restrictions in the material face of a liquid crystal material and an orienting film.

It is in providing the manufacturing method of the liquid crystal display element which realizes structure nearer to the Chevron structure.

[0005]

[The means for inventing a technical problem] In order to solve an aforementioned problem, as a result of inquiring wholeheartedly paying attention to the liquid crystal composition which is one of the components of a liquid crystal element, this invention persons find out that it is solvable when this technical problem makes a liquid crystallinity acrylate monomer contain in a liquid crystal composition, and provide this invention — it resulted.

[0006] two manufacturing methods of especially the following that is this invention as such a manufacturing method — namely (manufacturing method 1)

(1) Between the 1st transparency board that has an electrode layer and an orientation controlling film, and the 2nd substrate that has an electrode layer and an orientation controlling film, The 1st process between which the liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and ferroelectric liquid crystal material is made to be placed, and the liquid crystal composition which carried out (2) interventions in the state which shows a smectic A phase. The 2nd process that makes a liquid crystallinity acrylate monomer polymers-ize by irradiating with light from the 1st transparency board side (manufacturing method 2)

(1) The 1st process that makes the liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and ferroelectric liquid crystal material intervene between two transparency boards which have an electrode layer and an orientation controlling film, And when the liquid crystal composition which carried out (2) interventions irradiates with light in the state which shows a smectic A phase, the manufacturing method of the liquid crystal display element which has the 2nd process that makes a liquid crystallinity acrylate monomer polymers-ize is provided.

[0007] In order that the manufacturing method of this invention may coincide the orientation direction of the liquid crystallinity skeleton of a liquid crystallinity acrylate monomer with the easy shaft orientations of an orientation

controlling film, The liquid crystal composition containing a liquid crystallinity monomer and a ferroelectric liquid crystal maintains the temperature which shows a smectic A phase, and is characterized by making lights, such as ultraviolet rays or an electron beam, irradiate with and harden in the state where easy shaft orientations were made to carry out uniaxial orientation of the liquid crystallinity acrylate monomer. Therefore, if the ferroelectric liquid crystal material contained in a liquid crystal layer is usually recognized to be a ferroelectric liquid crystal by this technical field, can use it without restriction especially, but. In order that using what presents a smectic A phase in the temperature range above a chiral smectic C phase may acquire a good oriented state desirable still more preferably, it is preferred to use what presents a smectic A phase and a nematic phase in the temperature range above a smectic C phase. Usually, since the temperature range which shows a chiral smectic C phase is near 40-80 \*\*, in order for the liquid crystal composition which contains a liquid crystallinity monomer and a ferroelectric liquid crystal in the temperature range above it to show a smectic A phase, it is preferred [ a temperature range ] that it is a not less than 60 \*\* temperature requirement. As for the concentration of the strong dielectric liquid crystal material in a liquid crystal layer, it is preferred that it is 90 to 99.9 % of the weight, and it is more preferred that it is 93 to 99.5 % of the weight, and also it is more preferred that it is 95 to 99 % of the weight.

[0008]As for a liquid crystallinity acrylate monomer, it is preferred to use what has liquid crystallinity as a liquid crystallinity acrylate monomer so that the liquid crystallinity of a ferroelectric liquid crystal may not be spoiled.

[0009]As for the concentration of the liquid crystallinity acrylate monomer in the liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and a ferroelectric liquid crystal, it is preferred to adjust to 0.1 to 10% of the weight, it is still more preferred to prepare to 0.5 to 7% of the weight, and especially its 1 to 5 % of the weight is preferred. Contrast will fall without the ability to keep C1 uniform orientation stable if the concentration of a liquid crystallinity acrylate monomer is lower than 0.1%, if higher than 10 % of the weight, the tendency for the response to the electric field of a chiral smectic C liquid crystal to be barred will become remarkable, and driver voltage will increase. The liquid crystallinity acrylate monomer which can be used can be especially used without restriction, if it is generally recognized as a liquid crystallinity acrylate monomer by this technical field.

[0010]The orientation controlling film to be used can use especially the polyimide orientation film which performed rubbing treatment used conventionally without restriction. The orientation controlling film which irradiated the polyvinyl cinnamate thin film with polarization ultraviolet rays and which has not performed rubbing treatment can also be used.

[0011]Although it is dependent also on the anisotropy of the refractive index of the strong dielectric liquid crystal to be used, as for the thickness of a liquid crystal layer, it is preferred that it is 1 to 4 microns, and especially its 1.5 to 3 microns are preferred. To the liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and a ferroelectric liquid crystal, a photopolymerization initiator may be added in order to perform promptly photo-curing of the photoresist constituent in a smectic A phase. As a photopolymerization initiator which can be used here, it can be used, for example, choosing from publicly known benzoin ether, benzophenones, acetophenones, and benzyl ketals. As for the addition, it is preferred that it is 10 or less % of the weight to the liquid crystallinity acrylate monomer contained in a liquid crystal composition.

[0012]To the liquid crystal composition containing a liquid crystallinity acrylate monomer and a ferroelectric liquid crystal, stabilizer may be added in order to raise the preservation stability. As stabilizer which can be used here, it can be used, for example, choosing from publicly known hydroquinone, hydroquinone monoalkyl ether, and tertiary butyl catechols. As for the addition, it is preferred that it is 0.05 or less % of the weight to the photoresist constituent contained in a liquid crystal composition.

[0013]The dose of the ultraviolet rays in the distance which makes a photoresist constituent polymers-ize, or an electron beam has the preferred range of 50 to 10000 mJ/cm<sup>2</sup>, although it is dependent also on the concentration of the liquid crystal composition to be used and a photopolymerization initiator. A photoresist constituent does not fully harden that the dose of ultraviolet rays or an electron beam is below 50 mJ/cm<sup>2</sup>, but aging after manufacture becomes large, and carries out stripes, and there is a tendency for the liquid crystal composition itself to deteriorate that it is more than 10000 mJ/cm<sup>2</sup>.

[0014]

[Example]Hereafter, the example of this invention is shown and this invention is explained still in detail. However, this invention is not limited to these examples.

(Example 1) After forming the polyimide film "LP gas-64" (made by Toray Industries) in one side of a 0.1-mm-thick glass substrate by a thickness of 300 Å, rubbing treatment was performed and the glass substrate with a polyimide orientation film was obtained. Thus, two obtained substrates with a polyimide orientation film were made to counter with a 1.5-micron interval as the field in which the orienting film was formed became inside, and the liquid crystal cell (A) was produced. At this time, the rubbing direction of two substrates of a liquid crystal cell was set up become in the parallel direction. Next, The liquid crystal composition (L-1) which consists of liquid crystallinity acrylate monomer "UCL-001" (made by Dainippon Ink & Chemicals) 3 weight section, ferroelectric liquid crystal "TA-C100" (made by Chisso) 97 weight section, and photopolymerization initiator "IRGACURE 651" (made by Ciba-Geigy) 0.03 weight section was prepared. next, the thing for which a liquid crystal composition (L-1) is poured in with an isotropic liquid phase, and temperature is gradually lowered to 55 \*\* after that keeping a liquid crystal cell (A) at 80 \*\* — a liquid crystal composition (L-1) — the nematic phase from an isotropic liquid phase — the phase transition was carried out to the smectic A phase. The liquid crystal composition (L-1) injected into the liquid crystal cell (A) was kept at 55 \*\*, and photo-curing of the photoresist constituent which irradiates with the ultraviolet rays of intensity 40 mW/cm<sup>2</sup> with the center wavelength of 365 nm, and is contained in a liquid crystal

composition in the state which shows the smectic A phase was carried out. When the obtained liquid crystal element was observed with the polarization microscope after cooling to the room temperature, C1 uniform orientation was obtained. When the angle of inclination of the layer system of the ferroelectric liquid crystal in this liquid crystal cell was estimated from X-ray analysis, it was about 4 times.

(Comparative example 1) By pouring in the ferroelectric liquid crystal "TA-C100" (made by Chisso) with an isotropic liquid phase, and lowering temperature to a room temperature gradually after that, keeping the same liquid crystal cell (A) as what was produced in Example 1 at 80 \*\*, It was made to go via a nematic phase and a smectic A phase from an isotropic liquid phase, and the phase transition of the ferroelectric liquid crystal "TA-C100" was carried out to the chiral smectic C phase. When the obtained liquid crystal element was observed with the polarization microscope, two oriented states, C1 orientation and C2 orientation, were observed, and the uniform oriented state was not acquired. When the angle of inclination of the layer system of the ferroelectric liquid crystal in this liquid crystal cell was estimated from X-ray analysis, it was about 15 degrees.

[0015] From the above Example 1 and comparative example 1, the liquid crystal display element of this invention, It turns out that C1 uniform orientation is realized and inclination of the layer system of a ferroelectric liquid crystal also realizes a near layer system by the Chevron structure as compared with about 4 times and the conventional ferroelectric liquid crystal element of a comparative example since it is small.

(Example 2) After forming the polyimide film "LP gas-64" (made by Toray Industries) in one side of a glass substrate with a thickness [ in which the ITO (indium tin oxide) transparent electrode was formed ] of 1.1 mm by a thickness of 150 Å, rubbing treatment was performed and the glass substrate with a polyimide orientation film was obtained. Thus, two obtained substrates with a polyimide orientation film were made to counter with a 1.5-micron interval as the field in which the orienting film was formed became inside, and the liquid crystal cell (B) was produced. At this time, the rubbing direction of two substrates of a liquid crystal cell was set up become in the parallel direction.

[0016] next, the thing for which the liquid crystal composition (L-1) prepared in Example 1 is poured in with an isotropic liquid phase, and temperature is gradually lowered to 55 \*\* after that keeping a liquid crystal cell (B) at 80 \*\* — a liquid crystal composition (L-1) — the nematic phase from an isotropic liquid phase — the phase transition was carried out to the smectic A phase. The liquid crystal composition (L-1) injected into the liquid crystal cell (B) was kept at 55 \*\*, and photo-curing of the photoresist constituent which irradiates with the ultraviolet rays of intensity 40 mW/cm<sup>2</sup> with the center wavelength of 365 nm, and is contained in a liquid crystal composition in the state which shows the smectic A phase was carried out. When the obtained liquid crystal element was observed with the polarization microscope after cooling to the room temperature, it turned out that C1 uniform orientation is obtained. The orientation direction of the ferroelectric liquid crystal was also understood [ the rubbing direction of the polyimide orientation film, and / about eight ] that are shifted as for the angle degree. When the orientation of the liquid crystal frame of a liquid crystallinity acrylate hardened material was observed by carrying out temperature up of the obtained liquid crystal element to near a clear point under a polarization microscope, it turned out that the orientation of the liquid crystal frame of a liquid crystallinity acrylate hardened material is the same as that of the rubbing direction of a polyimide orientation film. Therefore, it was confirmed that the orientation of a ferroelectric liquid crystal differs from the orientation direction of the liquid crystal frame of a liquid crystallinity acrylate hardened material.

(Comparative example 2) By pouring in the ferroelectric liquid crystal "TA-C100" (made by Chisso) with an isotropic liquid phase, and lowering temperature to a room temperature gradually after that, keeping the same liquid crystal cell (B) as what was produced in Example 2 at 80 \*\*, It was made to go via a nematic phase and a smectic A phase from an isotropic liquid phase, and the phase transition of the ferroelectric liquid crystal "TA-C100" was carried out to the chiral smectic C phase. When the obtained liquid crystal element was observed with the polarization microscope, two oriented states, C1 orientation and C2 orientation, were observed, and the uniform oriented state was not acquired.

[0017] Comparison with the electrooptics characteristic of the conventional ferroelectric liquid crystal element produced by the electrooptics characteristic and the comparative example 2 of the liquid crystal display element of this invention which were produced in Example 2 was shown in Drawing 1. From now on, the liquid crystal display element of this invention has high contrast as compared with the conventional ferroelectric liquid crystal element, and it will turn out that driver voltage is also reduced.

[0018]

[Effect of the Invention] In the display device which used the ferroelectric liquid crystal, without receiving restrictions of material, the liquid crystal display element of this invention can acquire C1 uniform oriented state easily, and can attain the structure near the Chevron structure also as a layer system of a ferroelectric liquid crystal. Therefore, high contrast can be acquired.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the liquid crystal display element of this invention in Example 2, and the electrooptics characteristic of the conventional liquid crystal element in the comparative example 2.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

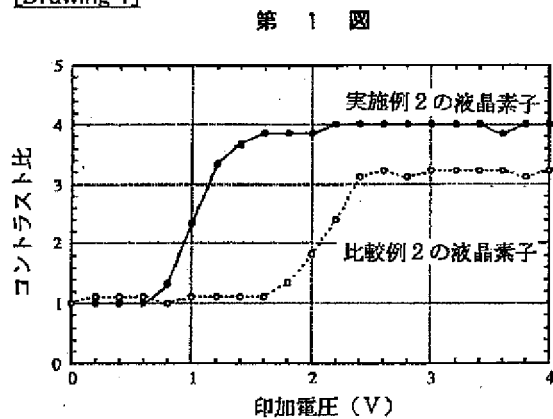
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DRAWINGS

---

[Drawing 1]



---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-211463

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1337	5 1 0	G 0 2 F	1/1337
	1/13	1 0 1		1/13
	1/141			1/137

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-15324

(22) 出願日 平成8年(1996)1月31日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年9月10日  
株式会社三進社発行の「第21回液晶討論会講演予稿集」  
に発表

(71) 出願人 591188365

小林 駿介

東京都練馬区西大泉3-13-40

(71) 出願人 000002886

大日本インキ化学工業株式会社

東京都板橋区坂下3丁目35番58号

(72) 発明者 小林 駿介

東京都練馬区西大泉3-13-40

(72) 発明者 飯村 靖文

東京都府中市是政5-6-6

(72) 発明者 片岡 真吾

東京都墨田区江東橋4-30-2-1108

(74) 代理人 弁理士 高橋 勝利

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子の製造方法

(57) 【要約】

【構成】 (1) 電極層及び配向制御膜を有する2枚の  
(透明性) 基板の間に、液晶性アクリレートモノマー及  
び強誘電性液晶を含有してなる液晶組成物を介在させる  
第1工程、及び(2) 介在させた液晶組成物がスメクテ  
ックA相を示す状態で、(透明性基板の側から) 光を照  
射することにより、液晶性アクリレートモノマーを高  
分子化させる第2工程、を有する液晶表示素子の製造方  
法。

【効果】 本発明の液晶表示素子は、強誘電性液晶を用  
いた表示素子において、材料の制約をうけることなく、  
容易に均一なC1配向状態を得ることができ、また、強  
誘電性液晶の層構造としてもシェブロン構造に近い構造  
を達成できる。そのため、高いコントラストを得ること  
ができる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (1) 電極層及び配向制御膜を有する第1の透明性基板と、電極層及び配向制御膜を有する第2の基板の間に、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶材料を含有してなる液晶組成物を介在させる第1工程、及び(2) 介在させた液晶組成物がスメクチックA相を示す状態で、第1の透明性基板の側から光を照射することにより、液晶性アクリレートモノマーを高分子化させる第2工程を有する液晶表示素子の製造方法。

【請求項2】 (1) 電極層及び配向制御膜を有する2枚の透明性基板の間に、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶材料を含有してなる液晶組成物を介在させる第1工程、及び(2) 介在させた液晶組成物がスメクチックA相を示す状態で、光を照射することにより、液晶性アクリレートモノマーを高分子化させる第2工程を有する液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】 液晶組成物中の液晶性アクリレートモノマーの濃度が0.1~10重量%であることを特徴とする請求項1又は2記載の液晶表示素子の製造法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示素子、特に強誘電性液晶表示素子の製造法に関する。

【0002】

【従来の技術】クラーク及びラガーウォールにより提案された強誘電性液晶を用いた液晶表示素子(特開昭56-

界の変化に対する応答が高速であることから、大画面で高精細な液晶表示素子としての応用が期待されている。しかしながら、この強誘電性液晶表示素子では、欠陥の無い均一な強誘電性液晶の配向状態を実現するのが難しいという問題があった。例えば、強誘電性液晶、即ちカイラルスメクチックC液晶の層構造は液晶セル中において「く」の字に折れ曲がったシェブロン構造をとる傾向があり、この「く」の字に折れ曲がる方向によってC1配向またC2配向と区別される二つの配向状態が存在しえるが、C1配向かC2配向のどちらか一方の均一な配向状態を得るのが困難であった。また、カイラルスメクチックC液晶の層構造を、なるべく「く」の字に折れ曲がらない、つまり層構造をシェブロン構造に近い構造、望ましくはシェブロン構造に制御する必要があるが、これも実現が困難であった。

【0003】以上のような均一な配向状態を得るのが困難であるという課題を解決する手段として、非常に高いブレチルト角を与える配向膜を用いる方法や、ある特定の化学構造を有する強誘電性液晶化合物を使用する方法も知られてはいるが、これらは材料面での制約が多いという問題があり、広く実用化されるには至っていない。

【0004】

【本発明が解決しようとする課題】本発明が解決しよう

とする課題は、強誘電性液晶を用いた液晶表示素子において、液晶材料及び配向膜の材料面での制約をうけることなくカイラルスメクチックC液晶の層構造が均一なC1配向であり、また、よりシェブロン構造に近い構造を実現する液晶表示素子の製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を發明するための手段】本發明者等は上記課題を解決するために、液晶素子の構成要素の一つである液晶組成物中に液晶性アクリレートモノマーを含有させることにより解決できることを見だし本發明を提供するに至った。

【0006】このような製造方法として、本發明な特に以下の2つの製造方法、即ち、

(製造方法1)

(1) 電極層及び配向制御膜を有する第1の透明性基板と、電極層及び配向制御膜を有する第2の基板の間に、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶材料を含有してなる液晶組成物を介在させる第1工程、及び

(2) 介在させた液晶組成物がスメクチックA相を示す状態で、第1の透明性基板の側から光を照射することにより、液晶性アクリレートモノマーを高分子化させる第2工程

(製造方法2)

(1) 電極層及び配向制御膜を有する2枚の透明性基板

材料を含有してなる液晶組成物を介在させる第1工程、及び(2) 介在させた液晶組成物がスメクチックA相を示す状態で、光を照射することにより、液晶性アクリレートモノマーを高分子化させる第2工程を有する液晶表示素子の製造方法を提供する。

【0007】本發明の製造方法は、液晶性アクリレートモノマーの液晶性骨格の配向方向を配向制御膜の容易軸方向と一致させるために、液晶性モノマー及び強誘電性液晶を含有する液晶組成物がスメクチックA相を示す温度を保ち、液晶性アクリレートモノマーを容易軸方向に一軸配向させた状態で、紫外線もしくは電子線等の光を照射して硬化せしめることを特徴としている。従って、液晶層中に含有される強誘電性液晶材料は、通常この技術分野で強誘電性液晶と認識されるものであれば特に制限なく使用することができるが、カイラルスメクチックC相より上の温度領域でスメクチックA相を呈するものを使用するのが好ましく、更に好ましくは、良好な配向状態を得るためスメクチックC相より上の温度領域でスメクチックA相及びネマチック相を呈するものを使用するのが好ましい。通常、カイラルスメクチックC相を示す温度領域は40~80℃付近であるから、それより上の温度領域で液晶性モノマー及び強誘電性液晶を含有する液晶組成物がスメクチックA相を示すためには60℃



以上の温度範囲であることが好ましい。また、液晶層中の強誘電性液晶材料の濃度は、90～99.9重量%であることが好ましく、93～99.5重量%であることがより好ましく、更には95～99重量%であることがより好ましい。

【0008】また、液晶性アクリレートモノマーは、強誘電性液晶の液晶性を損なわないように、液晶性アクリレートモノマーとして液晶性を有するものを使用することが好ましい。

【0009】また、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶を含有する液晶組成物中における液晶性アクリレートモノマーの濃度は、0.1から10重量%に調整するのが好ましく、0.5から7重量%に調整するのが更に好ましく、1から5重量%が特に好ましい。もし、液晶性アクリレートモノマーの濃度が0.1%より低いと、均一なC1配向を安定に保てずにコントラストが低下し、10重量%より高いとカイラルスメクチックC液晶の電界に対する応答が妨げられる傾向が顕著になり、駆動電圧が増大してしまう。使用できる液晶性アクリレートモノマーは、一般にこの技術分野で液晶性アクリレートモノマーとして認識されるものであれば、特に制限なく用いることができる。

【0010】また、使用する配向制御膜は従来用いられているラビング処理を施したポリイミド配向膜を特に制限なく用いることができる。またポリビニルシンナメート薄膜に偏光紫外線を照射した、ラビング処理を施していない配向制御膜も用いることができる。

【0011】液晶層の厚さは、使用する強誘電性液晶の屈折率の異方性にも依存するが、1から4ミクロンであることが好ましく、1.5から3ミクロンが特に好ましい。また、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶を含有する液晶組成物には、スメクチックA相における光硬化性組成物の光硬化を迅速に行う目的で、光重合開始剤を添加してもよい。ここで使用することができる光重合開始剤としては、例えば公知のベンゾインエーテル類、ベンゾフェノン類、アセトフェノン類、ベンジルケタール類から選択して使用することができる。その添加量は、液晶組成物中に含有される液晶性アクリレートモノマーに対して、10重量%以下であることが好ましい。

【0012】また、液晶性アクリレートモノマー及び強誘電性液晶を含有する液晶組成物には、その保存安定性を向上させる目的で、安定剤を添加してもよい。ここで使用することができる安定剤としては、例えば公知のヒドロキノン、ヒドロキノンモノアルキルエーテル類、第三ブチルカテコール類等から選択して使用することができる。またその添加量は、液晶組成物中に含有される光硬化性組成物に対して0.05重量%以下であることが好ましい。

【0013】また、光硬化性組成物を高分子化させる行

程における紫外線または電子線の照射量は、使用する液晶組成物及び光重合開始剤の濃度にも依存するが、50から10000mJ/cm<sup>2</sup>の範囲が好ましい。紫外線または電子線の照射量が、50mJ/cm<sup>2</sup>以下であると、光硬化性組成物が十分に硬化せず、製造後の経時変化が大きくなってしまい、10000mJ/cm<sup>2</sup>以上であると液晶組成物自体が劣化してしまう傾向がある。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を示し、本発明を更に詳細に説明する。しかしながら、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

(実施例1)厚さ0.1mmのガラス基板の片面に、ポリイミド膜「LP-64」(東レ製)を300オングストロームの厚さで形成した後、ラビング処理を施してポリイミド配向膜付きガラス基板を得た。このようにして得た2枚のポリイミド配向膜付き基板を、配向膜が形成された面が内側になるようにして1.5ミクロンの間隔をもって対向させて液晶セル(A)を作製した。この時、液晶セルの2枚の基板のラビング方向は、バラレル方向になるように設定した。次に、液晶性アクリレートモノマー「UCL-001」(大日本インキ化学工業製)3重量部と強誘電性液晶「TA-C100」(チッソ製)97重量部及び光重合開始剤「イルガキュア-651」(チバガイギー製)0.03重量部からなる液晶組成物(L-1)を調製した。次に液晶セル(A)を80℃に保ちながら、液晶組成物(L-1)を等方性液体相のまま注入し、その後徐々に温度を55℃まで下げることで、液晶組成物(L-1)を等方性液体相からネマチック相に、更にスメクチックA相まで相転移させた。液晶セル(A)に注入した液晶組成物(L-1)を55℃に保ち、スメクチックA相を示している状態で、中心波長365nmで強度40mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して液晶組成物中に含有される光硬化性組成物を光硬化させた。室温まで冷却後、得られた液晶素子を偏光顕微鏡で観察したところ、均一なC1配向が得られていた。またこの液晶セル中の強誘電性液晶の層構造の傾き角を、X線解析より見積もったところ約4度であった。(比較例1)実施例1で作製したものと同一液晶セル(A)を80℃に保ちながら、強誘電性液晶「TA-C100」(チッソ製)を等方性液体相のまま注入し、その後徐々に温度を室温まで下げることで、強誘電性液晶「TA-C100」を等方性液体相からネマチック相、スメクチックA相を経由させてカイラルスメクチックC相まで相転移させた。得られた液晶素子を偏光顕微鏡で観察したところ、C1配向とC2配向の2つの配向状態が観察され、均一な配向状態が得られていなかった。またこの液晶セル中の強誘電性液晶の層構造の傾き角を、X線解析より見積もったところ約15度であった。

【0015】以上の実施例1及び比較例1より、本発明

の液晶表示素子は、均一なC1配向を実現したものであり、また強誘電性液晶の層構造の傾きも約4度と小さいことから、比較例の従来の強誘電性液晶素子と比較してシェブロン構造により近い層構造を実現したものであることがわかる。

(実施例2)ITO(インジウムチンオキサイド)透明電極を形成した厚さ1.1mmのガラス基板の片面に、ポリイミド膜「LP-64」(東レ製)を150オングストロームの厚さで形成した後、ラビング処理を施してポリイミド配向膜付きガラス基板を得た。このようにして得た2枚のポリイミド配向膜付き基板を、配向膜が形成された面が内側になるようにして1.5ミクロンの間隔をもって対向させて液晶セル(B)を作製した。この時、液晶セルの2枚の基板のラビング方向は、平行方向になるように設定した。

【0016】次に液晶セル(B)を80℃に保ちながら、実施例1で調製した液晶組成物(L-1)を等方性液体相のまま注入し、その後徐々に温度を55℃まで下げることにより、液晶組成物(L-1)を等方性液体相からネマチック相に、更にスメクチックA相まで相転移させた。液晶セル(B)に注入した液晶組成物(L-1)を55℃に保ち、スメクチックA相を示している状態で、中心波長365nmで強度40mW/cm<sup>2</sup>の紫外線を照射して液晶組成物中に含有される光硬化性組成物を光硬化させた。室温まで冷却後、得られた液晶素子を偏光顕微鏡で観察したところ、均一なC1配向が得られていることがわかった。また、強誘電性液晶の配向方向は、ポリイミド配向膜のラビング方向と約8度の角度ずれていることもわかった。更に、偏光顕微鏡下で、得られた液晶素子を透明点付近まで昇温することにより、液晶性アクリレート硬化物の液晶骨格の配向を観察したところ、液晶性アクリレート硬化物の液晶骨格の配向

\*は、ポリイミド配向膜のラビング方向と同じであることがわかった。従って、強誘電性液晶の配向と液晶性アクリレート硬化物の液晶骨格の配向方向は異なっていることが確かめられた。

(比較例2)実施例2で作製したのと同じ液晶セル(B)を80℃に保ちながら、強誘電性液晶「TA-C100」(チソ製)を等方性液体相のまま注入し、その後徐々に温度を室温まで下げることにより、強誘電性液晶「TA-C100」を等方性液体相からネマチック相、スメクチックA相を経由させてカイラルスメクチックC相まで相転移させた。得られた液晶素子を偏光顕微鏡で観察したところ、C1配向とC2配向の2つの配向状態が観察され、均一な配向状態が得られていなかった。

【0017】第1図に実施例2で作製した本発明の液晶表示素子の電気光学特性及び比較例2で作製した従来の強誘電性液晶素子の電気光学特性との比較を示した。これから、本発明の液晶表示素子は、従来の強誘電性液晶素子と比較してコントラストが高く、また駆動電圧も低減されたものであることがわかる。

【0018】

【発明の効果】本発明の液晶表示素子は、強誘電性液晶を用いた表示素子において、材料の制約をうけることなく、容易に均一なC1配向状態をえることができ、また強誘電性液晶の層構造としてもシェブロン構造に近い構造を達成できる。そのため、高いコントラストを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例2における本発明の液晶表示素子及び比較例2における従来の液晶素子の電気光学特性を示した図である。

【図1】

第1図

